

**EFEK ANTIHIPERGLIKEMIK DAN ANTIHIPERKOLESTEROL
EKSTRAK TEMPE KACANG KOMAK (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) PADA HAMSTER
DIABETIK DIET TINGGI KOLESTEROL**

**ANTIHYPERGLYCEMIC AND ANTIHYPERCHOLESTEROLEMIC EFFECTS OF EXTRACT FROM
HYACINTH BEAN TEMPEH (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) ON DIABETICS HAMSTERS
WITH HIGH-CHOLESTEROL DIET**

Elly Wardani¹, Priyo Wahyudi², Karina Rosinta Dewi¹, Rojid Setiawan¹

¹Fakultas Farmasi dan Sains, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA,
Jl. Delima II/IV, Klender Jakarta Timur 13460

²Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Jl. M.H. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
Email: elly_wardanie@gmail.com (Elly Wardani)

ABSTRAK

Kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) mengandung senyawa aktif yang memiliki aktivitas sebagai antihyperglikemik dan antihyperkolesterol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek ekstrak tempe kacang komak terhadap kadar glukosa darah, kolesterol total, dan LDL darah hamster yang diinduksi aloksan dan pakan tinggi kolesterol. Hewan uji hamster *Syrian* jantan dibagi 7 kelompok perlakuan. Dosis uji yang digunakan yaitu 280 mg/kg BB, 560 mg/kg BB, dan 1120 mg/kg BB secara peroral selama 14 hari. Kelompok kontrol positif diberikan glibenklamid dan atorvastatin. Berdasarkan hasil uji analisa statistik ANOVA satu arah ($\alpha < 0,05$) menunjukkan bahwa ekstrak etanol tempe kacang komak memiliki kemampuan sebagai antihyperglikemik dan antihyperkolesterol.

Kata kunci: antihyperglikemik, antihyperkolesterol, kacang komak, tempe.

ABSTRACT

Hyacinth bean (Lablab purpureus (L.) Sweet) contains active compounds with antihyperglycemic and antihypercholesterolemic activity. This research aims to determine the effect of extract of hyacinth bean tempeh on lowering blood glucose levels, total kolesterol, and LDL blood levels on male hamsters induced by high-cholesterol feed and alloxan. Research used male Syrian hamsters divided into 7 groups. The dose of extract of hyacinth bean tempeh were 280 mg/kg BW, 560 mg/kg BW, and 1120 mg/kg BW administered orally for 14 days. Positive control group were given glibenclamide and atorvastatin. The test results of one-way ANOVA statistical analysis ($\alpha < 0.05$) showed that the ethanolic extract of hyacinth bean tempeh have antihyperglycemic and antihypercholesterolemic activity.

Key words: antihypercholesterolemic, antihyperglycemic, hyacinth bean, tempeh.

Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM) adalah sekelompok gangguan metabolik ditandai dengan hiperglikemia. Ini merupakan akibat dari kurangnya sekresi insulin, kurangnya kerja insulin (sensitivitas) atau keduanya. Pada penderita diabetes mellitus terdapat peningkatan asam lemak bebas dalam darah dan kadar asam lemak bebas tersebut paralel dengan naik turunnya kadar glukosa darah. Peningkatan kadar asam lemak bebas dalam darah dapat mengurangi sensitivitas jaringan terhadap insulin. Hal tersebut menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kadar kolesterol dengan diabetes (Triplitt *et al.*, 2008).

Pengobatan hiperkolesterolemia dan diabetes melitus dalam jangka panjang, baik obat oral maupun insulin memerlukan biaya yang besar dan resiko efek samping yang berbahaya (Giri, 2008). Salah satu tanaman berkhasiat obat yang dapat digunakan sebagai antihiperglikemik dan antihiperkolesterolemia adalah kacang komak.

Kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi, berupa protein, lemak, zat-zat gizi lainnya, dan komposisi asam

amino yang baik (Faradila, 2010). Kante dan Reddy (2013) melaporkan ekstrak metanol kacang komak pada dosis 400 mg/kg BB dapat menurunkan kadar glukosa dan kolesterol darah pada tikus yang diinduksi *Streptozotocin-Nicotinamide*.

Fermentasi merupakan proses pengolahan pangan yang secara tradisional diaplikasikan oleh penduduk Asia untuk meningkatkan kualitas warna, rasa, dan kandungan nutrisi dari makanan. Mikroba dalam proses fermentasi dapat melepaskan senyawa aktif yang berguna bagi kesehatan manusia (Kwon *et al.*, 2010). Salah satu hasil fermentasi yaitu tempe.

Gizi yang terkandung dalam tempe mencakup 25% protein, 5% lemak, 4% karbohidrat, serta kaya akan mineral dan vitamin B₁₂ (Fitria *et al.*, 2013). Yeap *et al.* (2012) melaporkan ekstrak fermentasi kacang hijau meningkatkan efek antihiperglikemik dari ekstrak kacang hijau pada tikus hiperglikemik. Penelitian lainnya menunjukkan pemberian ekstrak metanol tempe kedelai mampu menurunkan kadar kolesterol, trigliserida, dan LDL serta mampu menaikkan kadar HDL pada plasma

kelinci hiperkolesterolemia (Pramana, 2008).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat efek ekstrak tempe kacang komak terhadap penurunan kadar glukosa, kolesterol, dan LDL darah pada hamster jantan hiperkolesterolemik dan hiperglikemik. Hamster jantan diinduksi dengan pakan tinggi kolesterol dan dibuat hiperglikemik dengan aloksan monohidrat. Kadar glukosa, kolesterol, dan LDL darah diukur menggunakan fotometer klinikal. Glibenklamid dan atorvastatin digunakan sebagai kontrol positif.

Metode Penelitian

Alat

Peralatan yang digunakan yaitu sonde, timbangan analitik, timbangan hewan, *vacum rotary evaporator*, tanur, mikropipet, alat-alat gelas, *mikrotube*, pipa kapiler, oven, desikator, serta fotometer klinikal (VARTA 506).

Bahan

Kacang komak yang diperoleh dari petani daerah Madiun, Jawa Timur dideterminasi di Herbarium Bogoriense LIPI Cibinong Bogor, ragi tempe (Raprima) produksi PT. Aneka Fermentasi Industri. Etanol 70%,

ketamin, Na-CMC, pereaksi kit glukosa, kolesterol total dan LDL merk Human, NaCl 0,9%, akuades, Glibenklamid, atorvastatin, pakan tinggi kolesterol dan aloksan monohidrat.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah hamster *Syrian* jantan (*Mesocricetus auratus*) sebanyak 28 ekor dengan bobot badan ± 50 g.

Jalannya Penelitian

1. Fermentasi tempe

Kacang komak sebanyak 3 kg direbus selama 15 menit lalu direndam dengan air selama 48 jam. Pada jam ke-48, kacang komak ditiriskan dan dicuci dengan air, kemudian biji kacang komak dibelah dan dicuci kembali, lalu dikukus pada suhu 100 °C selama 20-30 menit. Biji kacang komak kukus ini ditiriskan dan didinginkan sampai suhu 30 °C. Selanjutnya ragi sebanyak 1 g/1 kg dicampur rata dengan biji kacang komak dan dibungkus menggunakan plastik kemudian diinkubasi pada suhu kamar (27-33 °C) selama 24-48 jam (Fitria *et al.*, 2013).

2. Pembuatan serbuk tempe

Sebanyak 3,5 kg tempe kacang komak segar diiris tipis dan kecil, kemudian dikeringkan. Tempe kering

ini digiling dengan *blender* dan diayak dengan ayakan *mesh* 40 sehingga dihasilkan serbuk tempe kacang komak.

3. Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan maserasi, sebanyak 1,05 kg serbuk tempe kacang komak dengan etanol 70% selama 3 hari dan diaduk. Setelah 3 hari, hasil perendaman disaring kemudian ampasnya direndam kembali dengan pelarut etanol yang baru (3 kali perlakuan). Maserat yang diperoleh dipekatkan dengan *vacum rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C (Voight, 1995).

4. Penapisan fitokimia

Pemeriksaan alkaloid menggunakan pereaksi Dragendorf dan Mayer, uji flavonoid dengan serbuk magnesium. Uji saponin dengan pembentukan buih, uji tanin dengan menggunakan peraksi FeCl_3 1% (Depkes RI, 1997).

5. Pemeriksaan mutu ekstrak tempe kacang komak

Meliputi susut pengeringan, kadar abu, dan rendemen. Perhitungan rendemen dengan cara menghitung berat ekstrak kering yang

diperoleh terhadap berat serbuk kering sebelum dilakukan ekstraksi (Dirjen POM, 2000).

6. Penetapan dosis

Dosis pembanding glibenklamid yang digunakan pada manusia (70 kg) adalah 5 mg/hari (Royal Pharmaceutical Society, 2009). Dosis glibenklamid yang digunakan untuk hamster 0,65 mg/kg BB. Dosis lazim atorvastatin pada manusia adalah 10-80 mg/hari (Martindale, 2002). Dosis atorvastatin untuk hamster 2,6 mg/kg BB. Dosis aloksan monohidrat sebesar 12,6 mg/50 g BB.

Penelitian ini menggunakan 3 variasi dosis ekstrak etanol 70% tempe kacang komak, yaitu 280 mg/kg BB, 560 mg/kg BB dan 1120 mg/kg BB.

7. Pembuatan sediaan uji

Sediaan suspensi ekstrak etanol 70% tempe kacang komak dan pembanding glibenklamid maupun atorvastatin dibuat dengan menggunakan Na.CMC 0,5% sebagai pensuspensi (Wade dan Weller, 1994). Aloksan monohidrat dibuat dengan melarutkannya dalam NaCl 0,9%.

8. Pembuatan pakan tinggi kolesterol

Pakan kolesterol dibuat berdasarkan hasil orientasi dengan komposisi kuning telur puyuh 50% dan pakan standar (pelet hamster) sampai 100%.

9. Perlakuan terhadap hewan uji

Hewan uji diaklimatisasi selama 7 hari. Hamster diinduksi dengan pakan tinggi kolesterol dan aloksan. Pada hari ke-29 dan ke-43, dilakukan pengukuran kadar glukosa, kolesterol total, dan LDL darah. Pembagian hewan uji dibagi menjadi 7 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4 hewan uji.

Perlakuan dilakukan pada hari ke-29 selama 14 hari sebagai berikut:

- (1) Kelompok I diberi makanan standar (kelompok kontrol normal)
- (2) Kelompok II diberi pakan hiperkolesterol dan aloksan (kelompok kontrol negatif)
- (3) Kelompok III diberi pakan hiperkolesterol, aloksan dan glibenklamid (kelompok kontrol positif)
- (4) Kelompok IV diberi pakan hiperkolesterol, aloksan dan atorvastatin (kelompok kontrol positif)
- (5) Kelompok V diberi pakan hiperkolesterol, aloksan, dan ekstrak tempe kacang komak dosis I (280 mg/kg BB)
- (6) Kelompok VI diberi

pakan hiperkolesterol, aloksan, dan ekstrak tempe kacang komak dosis II (560 mg/kg BB)- (7) Kelompok VII diberi pakan hiperkolesterol, aloksan, dan ekstrak tempe kacang komak dosis III (1120 mg/kg BB).

10. Metode pengambilan darah

Darah mencit diambil melalui *vena retro orbitalis*. Darah ditampung pada *mikrotube* kemudian disentrifugasi agar diperoleh serum.

11. Pengukuran kadar glukosa dan kolesterol total darah

Serum darah sebanyak 10 μL ditambahkan masing-masing 1000 μL reagen pereaksi kit, dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37 °C lalu dilakukan pengujian kadar glukosa maupun kolesterol total darah dengan menggunakan fotometer klinikal (VARTA 506) (Human, 2012).

Kadar LDL darah diukur dengan mencampur serum 100 μL dengan 1000 μL pereaksi pengendap kemudian diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37 °C dan disentrifugasi. Larutan selanjutnya didiamkan selama 1 jam, supernatan diambil 100 μL , dimasukkan ke dalam tabung, dicampur dengan 1000 μL enzim dan

dibaca dengan fotometer klinikal (VARTA 506) (Rifai, 2000).

Kadar LDL = kadar kolesterol total - kolesterol di dalam supernatan

12. Analisis data

Data persentase delta penurunan kadar glukosa, kolesterol, dan LDL darah diuji terlebih dahulu normalitas dan homogenitas secara statistik. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA satu arah dengan taraf signifikansi 95%. Untuk mengetahui perbedaan antar kelompok maka dilanjutkan dengan uji Tukey (Spiegel dan Stephens, 2007).

Hasil dan Pembahasan

Hasil determinasi biji kacang komak menyatakan bahwa biji kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) termasuk dalam suku Fabaceae. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan identitas yang benar dari simplisia sehingga dapat memberikan kepastian tentang kebenaran simplisia tersebut.

Pada penelitian ini telah dilakukan beberapa tahap yaitu fermentasi, ekstraksi, dan uji penurunan

kadar glukosa, kolesterol total, dan LDL darah. Fermentasi merupakan proses pengolahan pangan yang secara tradisional diaplikasikan oleh penduduk Asia untuk meningkatkan kualitas warna, rasa, dan kandungan nutrisi dari makanan. Mikroba dalam proses fermentasi dapat melepaskan senyawa aktif yang berguna untuk kesehatan manusia (Kwon *et al.*, 2010) dan peningkatan kandungan isoflavonoid (Yeap *et al.*, 2012).

Metode ekstraksi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah maserasi. Metode ini digunakan karena cara pengerjaan dan peralatannya sederhana dan mudah, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Uji organoleptis ekstrak tempe kacang komak menunjukkan bahwa ekstrak berbentuk kental seperti gulali, memiliki bau khas tempe, rasanya khas pahit, dan berwarna coklat kehitaman. Data hasil fermentasi dan ekstrak tempe kacang komak disajikan pada Tabel 1. Hasil penapisan fitokimia ekstrak tempe kacang komak mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin.

Tabel 1. Data fermentasi tempe dan ekstrak tempe kacang komak

No	Jenis	Berat
1	Biji kacang komak	3 kg
2	Tempe kacang komak kering	1,4 kg
3	Serbuk tempe kacang komak	1,05 kg
4	Ekstrak kering tempe kacang komak	95,97 g

Perhitungan susut pengeringan bertujuan memberikan batasan maksimal (rentang) tentang besarnya senyawa yang hilang pada proses pengeringan. Perolehan nilai susut pengeringan simplisia memenuhi persyaratan yaitu lebih kecil dari 10%, karena kadar air yang melebihi 10% dapat memicu reaksi enzimatis dan pertumbuhan mikroba sehingga dapat menyebabkan simplisia busuk dan rusak. Perhitungan kadar abu bertujuan untuk memberikan gambaran kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal sampai terbentuknya ekstrak (Dirjen POM, 2000). Hasil pemeriksaan mutu ekstrak tempe kacang komak disajikan pada Tabel 2.

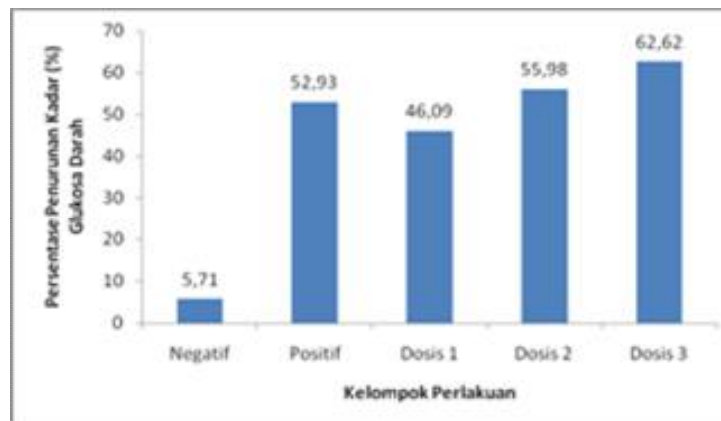
Tabel 2. Hasil pemeriksaan mutu ekstrak tempe kacang komak

No	Jenis	Hasil (%)
1	Susut pengeringan	5,37
2	Kadar abu	3,48
3	Rendemen ekstrak	9,4

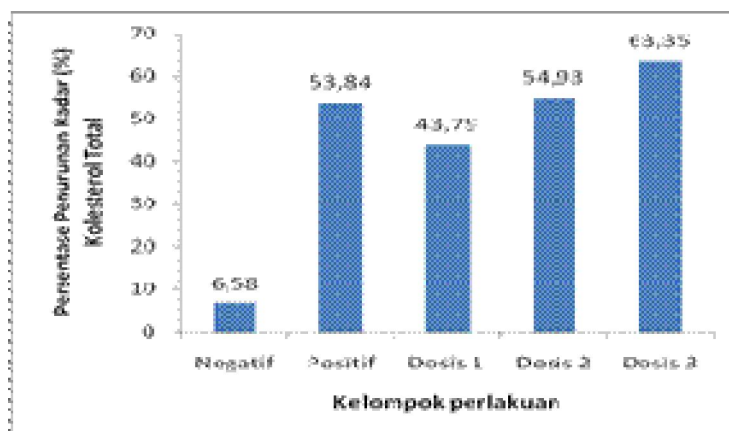
Uji dilakukan terhadap hewan percobaan hamster jantan yang diberi pakan tinggi kolesterol dan diinduksi aloksan monohidrat dengan dosis 12,6 mg/50 g BB, sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa, kolesterol, dan LDL darah hamster jantan dibandingkan dengan kontrol normal (Gambar 1, 2, dan 3). Mekanisme kerja aloksan melalui beberapa proses yang secara simultan menghasilkan efek kerusakan pada sel-sel β pankreas. Proses yang dimaksud di antaranya pembentukan senyawa radikal bebas, terjadinya oksidasi gugus $-SH$, penghambatan glukokinase, serta adanya gangguan homeostatis kalsium intraseluler. Penambahan makanan tinggi kolesterol kemungkinan akan meningkatkan beberapa proses di atas. Menurut Giri (2008) hiperkolesterolemia dapat dibuat pada beberapa hewan dengan menambahkan lemak dan kolesterol dalam makanannya yang disebut

dengan induksi eksogen. Hal ini berkaitan dengan model yang digunakan pada penelitian ini yaitu

hamster yang diberi pakan tinggi kolesterol dan diinduksi alokan monohidrat.



Gambar 1. Penurunan kadar glukosa darah hamster diabetes dan hiperkolesterolemia yang diberi ekstrak tempe kacang komak.



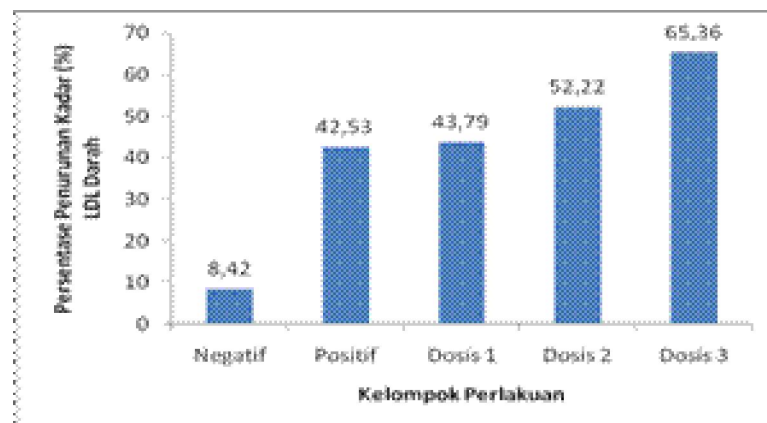
Gambar 2. Persentase penurunan kadar kolesterol total darah hamster diabetes dan hiperkolesterolemia yang diberi ekstrak tempe kacang komak.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai persentase penurunan kadar glukosa dari dosis 3 merupakan kadar glukosa darah. Pada kelompok kontrol

negatif terjadi penurunan kadar glukosa darah sebesar 5,71%. Hal ini mungkin disebabkan oleh alokan yang digunakan bersifat *reversible*, sehingga menyebabkan adanya sedikit

penurunan kadar glukosa darah meskipun tidak mencapai rentang kadar glukosa normal. Hasil analisis dengan uji Tukey menunjukkan bahwa penurunan kadar glukosa darah pada kelompok

dosis 1, dosis 2, dan dosis 3 tidak berbeda bermakna dengan kontrol positif tetapi berbeda bermakna dengan kontrol negatif.



Gambar 3. Persentase penurunan kadar ldl darah hamster diabetes dan hiperkolesterolemia yang diberi ekstrak etanol tempe kacang koak

Berdasarkan hasil statistik persentase penurunan kadar kolesterol total dan LDL darah yang diperoleh, menunjukkan ekstrak tempe kacang komak mempunyai aktivitas antihiperkolesterol pada dosis 2 (560 mg/kg BB) yang sebanding dengan kontrol positif, dengan persentase penurunan kadar kolesterol total sebesar 54,93% dan pada dosis 1 (280 mg/kg BB) yang sebanding dengan kontrol positif, dengan persentase penurunan kadar LDL sebesar 43,79 %. Semua kelompok dosis uji dan kontrol positif menunjukan

perbedaan bermakna dengan kontrol negatif.

Ekstrak tempe kacang komak mampu memberikan efek antihiperglikemia pada hamster diabetes hiperkolesterolemia, dikarenakan di dalam tempe terdapat senyawa bioaktif isoflavon yang secara ilmiah telah terbukti mempunyai kemampuan antioksidatif dan aktivitas hipoglikemik (Suarsana, 2009). Harnani (2009) melaporkan tepung tempe kacang komak memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari tepung kacang

komak. Fermentasi pada kacang komak mampu meningkatkan kapasitas antioksidan kacang komak.

Di dalam tempe terdapat 4 jenis isoflavon yaitu daidzein, genestein, glisitein, dan faktor-2. Senyawa faktor-2 pada tempe mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih baik dari daidzein dan genistein (Istiani, 2010). Menurut Istiani (2010), antioksidan pada isoflavon sangat dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas, sehingga dapat menghambat proses penuaan dini, mencegah penyakit degeneratif seperti aterosklerosis, jantung koroner, diabetes melitus, dan kanker. Antioksidan dapat meningkatkan massa sel beta sehingga dapat menyimpan insulin lebih banyak untuk selanjutnya disekresikan yang berdampak pada penurunan kadar glukosa darah (Kaneto *et al.*, 1999). Mekanisme dari penurunan kadar glukosa darah oleh ekstrak tempe kacang komak kemungkinan sama dengan ekstrak protein kacang komak yaitu meningkatkan sensitivitas insulin dan perbaikan resistensi insulin, meningkatkan sekresi insulin serta regenerasi sel β pankreas (Hartoyo *et al.*, 2011). Hal ini menyatakan bahwa ekstrak etanol 70% tempe kacang komak dapat

digunakan sebagai obat antihiperglikemik.

Aktivitas antihiperkolesterol diperoleh dari senyawa flavonoid dalam kacang komak yang terhidrolisis menjadi isoflavon selama fermentasi pembuatan tempe (Restuhadi, 2001). Pada makanan yang mengalami proses fermentasi seperti miso dan tempe, isoflavon dalam bentuk bebas (aglikon) lebih dominan (Coward *et al.*, 1998). Isoflavon dalam bentuk aglikon lebih mudah diserap oleh usus halus sebagai bagian dari misel yang dibentuk oleh empedu. Sirkulasi isoflavon dalam darah bersifat kompleks, karena sebagian larut lemak dan sebagian berikatan dengan protein dengan kekuatan yang lemah. Isoflavon kemungkinan didistribusikan melalui darah ke hati, atau didaur ulang sebagai bagian dari cairan empedu dan sirkulasi enterohepatik (Schmidl dan Labuza, 2000). Isoflavon pada tempe yang aktif sebagai antioksidan, yaitu 6,7,4-trihidroksi isoflavon (Faktor-II) yang terbukti berpotensi sebagai antikonstriksi pembuluh darah dan juga berpotensi menghambat pembentukan LDL (Istiani, 2010). Hal ini menggambarkan bahwa isoflavon yang diserap dan masuk ke hati mampu berperan sebagai antioksidan

dalam hati, sehingga dapat memperbaiki fungsi hati dalam mensintesis kolesterol.

Kesimpulan

Ekstrak etanol tempe kacang komak memiliki efek sebagai antihiperглиkemia dan antihiperkolesterol terhadap hamster diabetes hiperkolesterolemia pada dosis 280 mg/kg BB, 560 mg/kg BB, dan 1120 mg/kg.

Daftar Pustaka

- Coward, L., Barnes, N., Setchell, K.D.R., Barnes, S. 1998. Genestein and deidzein and their β -glucoside conjugates anti-tumor isoflavones in soybeans foods from American and Asian diets. *Journal of Agricultural and Food*, 41:1961-1967.
- Depkes RI. 1997. *Materia medika Indonesia*. Jilid VI. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia. pp. 324, 333-337.
- Dirjen POM. 2000. *Buku panduan teknologi ekstrak*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. pp. 17, 22, 39.
- Faradila, R.H.F. 2010. Profil dan peroksidasi lipid tikus percobaan setelah pemberian tepung tempe kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fitria, N.A., Sidi, N.C., Safitri, R.K., Hasanah, A.N., Risni, T. 2013. Tempe daun pepaya sebagai alternatif terapi untuk penderita kanker. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(4):3-11.
- Giri, N.L. 2008. Potensi antioksidasi daun salam: kajian *in vivo* pada tikus hiperkolesterolemia dan hiperglikemia. *Skripsi*. Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Harnani, S. 2009. Studi karakteristik dan kapasitas antioksidan tepung tempe kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hartoyo, A., Muchtadi, D., Astawan, M., Dahrulsyah, Winarto, A. 2011. Pengaruh ekstrak protein kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) pada kadar glukosa dan profil lipida serum tikus diabetes. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, XXI(1):58-63.
- Human. 2012. *Glucose Liquicolor*. Germany: Human Gesellschaft for Biochemica and Diagnostica mbH.
- Istiani, Y. 2010. Karakterisasi senyawa bioaktif isoflavon dan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol tempe berbahan baku koro pedang (*Canavalia ensiformis*). *Tesis*. Program Pasca Sarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kaneto, H., Kajimoto, Y., Miyagawa, J., Matsuoka, T., Fujitani, Y., Umayahara, Y., Hanafusa, T.,

- Matsuzawa, Y., Yamasaki, Y., Hori, M. 1999. Beneficial effects of antioxidants in diabetes: possible protection of pancreatic beta cells against glucose toxicity. *Diabetes*, 48:2398-2406.
- Kante, K., Reddy, C.S. 2013. Antidiabetic activity of *Dolichos lablab* (seeds) in streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats. *Journal for Drugs and Medicines*, 5(1):32-40.
- Kwon, D.Y., Daily, J.W., Kim, H.J., Park, S. 2010. Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. *Journal Nutrition Research*, 30:1-13.
- Martindale. 2002. *The complete drugs referens*. 33rd edition. London: Pharmaceutical Press. pp. 842-843.
- Pramana, D.G. 2008. Efek pemberian ekstrak tempe terhadap kolesterol total dan profil lipoprotein plasma darah kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *Skripsi*. Fakultas kedokteran Hewan IPB, Bogor.
- Restuhadi, F. 2001. Studi pendahuluan biokonversi isoflavin pada proses fermentasi kedelai menggunakan *Rhizopus* spp. L.4I. *Tesis*. Magister Kimia ITB, Bandung.
- Rifai, N. 2000. *Handbook of lipoprotein testing*. USA: American Association for Clinical Chemistry.
- Royal Pharmaceutical Society. 2009. *British national formulary*. Edisi 58. London: Royal Pharmaceutical Society. pp. 382.
- Schmidl, M.K. dan Labuza, T.P. 2000. *Essential of functional foods*. Maryland: Aspen Publisher Inc.
- Spiegel, M.R. dan Stephens, L.J. 2007. *Schaum's outlines teori dan soal-soal statistik*. Jakarta: Erlangga. pp. 327-329.
- Suarsana, I.N. 2009. Aktivitas hipoglikemik dan antioksidatif ekstrak metanol tempe pada tikus diabetes. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Triplitt, C.L., Reasner, C.A., Isley, W.L. 2008. Diabetes mellitus. Dalam: Dipro et al. 2008. *Pharmacotherapy: a pathophysiologic approach*. 7th ed. US: Mc Graw Hill. pp. 1220.
- Voight, R. 1995. *Buku pelajaran teknologi farmasi*. Terjemahan: Soewandhi. S.N. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. pp. 564.
- Wade, A. dan Weller, P.J. (ed.). 1994. *Handbook of pharmaceutical excipients*. Edisi 2. London: The Pharmaceutical Press. pp. 78.
- Yeap, S.K., Ali, N.M., Yusof, H.M., Alitheen, N.B., Beh, K.B., Ho, W.Y., Koh, S.P., Long, K. 2012. Antihyperglycemic effect of fermented and nonfermented mung bean extracts on alloxan induced diabetic mice. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. Article ID 285430:1-7